

---

Ломакин М.И., Сухов А.В., Овчинников А.С. Оценка качества функционирования малых предприятий ИТ-сферы // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования, 2017. № 5(39).

УДК 334.021

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ИТ-СФЕРЫ

**Ломакин М.И.**, д.э.н., профессор, ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»  
**Сухов А.В.**, д.т.н., профессор, ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»  
**Овчинников А.С.**, аспирант, Государственный университет управления

*Предложен подход к оценке качества функционирования малых предприятий ИТ-сферы, работающих с заказчиками в рамках SLA-соглашения. В качестве показателя качества в статье рассматривается вероятность закрытия возникающего инцидента в установленные SLA-соглашением сроки.*

**Ключевые слова:** качество, малое предприятие, вероятность, функционирование.

UDC 334.021

## QUALITY ASSESSMENT OF FUNCTIONING OF SMALL COMPANIES IN THE IT SECTOR

**Lomakin M.I.**, dr., professor, FSUE «STANDARTINFORM»,  
**Sukhov A.V.** dr., professor, FSUE «STANDARTINFORM»  
**Ovchinnikov A.S.**, post-graduate, State University of Management

*The proposed approach to the assessment of quality of functioning of small enterprises in the IT sector working with customers within SLA. As a quality indicator in the article the likelihood of the closing occurring incident within the set SLA agreement terms.*

**Key words:** quality, small enterprise, likelihood, function.

---

Для оценки качества функционирования предприятий используют, как правило, следующие показатели [1 – 3]:

$P(t)$  - вероятность того, что продолжительность нормального выполнения бизнес-процесса превысит конкретное заданное значение  $t$ ;

$Q(t)$  - случае вероятность нарушения нормального выполнения бизнес-процесса  $Q(t)$  в течение времени  $t$ ;

$M\{\xi\}$ ,  $m_\xi$  – математическое ожидание продолжительности нормального выполнения бизнес-процесса;

$D\{\xi\}$ ,  $d_\xi$  – дисперсия продолжительности нормального выполнения бизнес-процесса;

$\sigma$  – среднее квадратическое отклонение продолжительности нормального выполнения бизнес-процесса;

$M\{\xi\}^j$  –  $j$ -ый момент продолжительности нормального выполнения бизнес-процесса:

$F(x) = P(\xi < x)$  – функция распределения продолжительности нормального выполнения бизнес-процесса;

$P(\zeta)$  – вероятность нормального выполнения бизнес-процесса в течение случайного времени  $\zeta$  ;

$Q(\zeta)$  – вероятность нарушения нормального выполнения бизнес-процесса в течение случайного времени  $\zeta$ .

Эти показатели носят комплексный характер, однако они не дают интегральной оценки качества функционирования (выполнения работ в рамках SLA-соглашения<sup>1</sup>) малого предприятия ИТ-сферы. И не один из них не следует (не целесообразно) выбирать как показатель  $Q(X)$  – показатель качества выполнения работ малым предприятием ИТ-сферы в интересах заказчика в рамках SLA – соглашения.

Это определяется следующим. Показатель  $Q(X)$  должен характеризовать возможность оперативного реагирования малым предприятием на возникший инцидент и возможность его закрытия (устранения) (далее – закрытия) малым предприятием в установленные SLA-

<sup>1</sup> В настоящее время предприятия ИТ-сферы, в том числе и малые предприятия ИТ-сферы, работают с заказчиками в рамках соглашения о качестве предоставляемых услуг или SLA-соглашения, в котором детально прописаны все параметры предоставляемых услуг.

соглашением сроки. Вследствие того, что процесс функционирования малого предприятия носит стохастический характер, то целесообразно возможность оперативного реагирования на возникший инцидент и возможность его закрытия малым предприятием в установленные SLA-соглашением сроки, оценивать в рамках стохастического подхода, т.е. оценивать с помощью аппарата теории вероятностей и математической статистики.

Пусть случайное событие  $A$  – состоит в том, что малое предприятие ИТ-сферы способно оперативно реагировать на возникший в момент времени  $\xi$  инцидент и способно закрыть его в установленные SLA-соглашением сроки в течение заданного времени  $\tau$  ( $\tau = \tau_i, i = 1, 2, \dots, n$ ).

Наступление события  $A$  равносильно совместному наступлению двух событий [4]:

события  $B$ , состоящего в том, что в момент возникновения инцидента  $\xi$  у заказчика (одного из заказчиков) на малом предприятии будет хотя бы одна бригада, которая сможет закрыть (устранить) инцидент;

события  $C$ , состоящего в том, что суммарное время реакции малого предприятия и время закрытия (устранения) инцидента меньше времени, определенного в SLA-соглашении.

Рассмотрим случай, когда малое предприятие ИТ-сферы имеет одну бригаду, которая может закрыть возникающие инциденты, и работает по SLA-соглашениям с двумя заказчиками.

Событие  $B$  может наступать только одновременно с одним из несовместных событий (гипотез)  $H_1, H_2$ , которые образуют полную группу.

Событие  $H_1$  состоит в том, что произошел инцидент у первого заказчика, т.е.  $\xi = \xi_1$ . Вероятность этого события равна  $P(H_1)$ .

Событие  $H_2$  состоит в том, что произошел инцидент у второго заказчика, т.е.  $\xi = \xi_2$ . Вероятность этого события равна  $P(H_2)$ .

Для этих вероятностей  $P(H_1)$  и  $P(H_2)$  справедливо соотношение:

$$P(H_1) + P(H_2) = 1.$$

Тогда вероятность события В определится по формуле полной вероятности:

$$P(B) = P(H_1) P(B/H_1) + P(H_2) P(B/H_2). \quad (1)$$

В последнем соотношении  $P(B/H_i)$  – условная вероятность наступления события В при наступлении гипотезы  $H_i$ ,  $i = 1, 2$ .

Определим вероятность  $P(B/H_1)$ . Наступление события В при наступлении гипотезы  $H_1$  равносильно осуществлению хотя бы одного из двух несовместимых событий:

события В1, состоящего в том, что инцидент у второго заказчика возник раньше чем у первого и он закрыт до начала инцидента у первого заказчика (рис. 1), т.е. имеет место неравенство:

$$\xi_2 + \alpha_2 + \beta_2 < \xi_1, \quad (2)$$

где  $\xi_2$  – случайное время возникновения инцидента у второго заказчика;

$\alpha_2$  - случайное время реакции малого предприятия ИТ-сферы на возникший инцидент у второго заказчика;

$\beta_2$  – случайное время закрытия инцидента у второго заказчика;

$\xi_1$  – случайное время возникновения инцидента у первого заказчика;

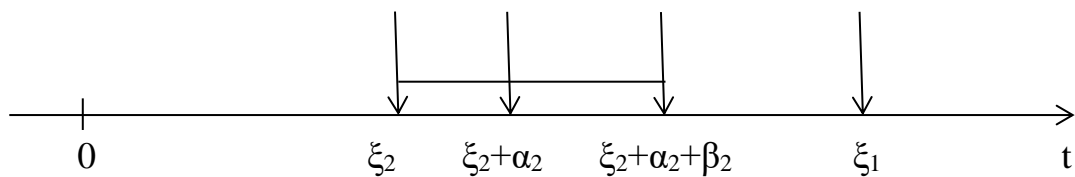


Рис. 1. Инцидент у заказчика. Событие В1

события В2, состоящего в том, что инцидент у второго заказчика возник позже чем будет закрыт инцидент у первого заказчика (рис. 2), т.е. имеет место неравенство:

$$\xi_1 + \alpha_1 + \beta_1 < \xi_2 \quad (3)$$

События В1 и В2 являются несовместными событиями, тогда вероятность наступления хотя бы одного из них определится соотношением:

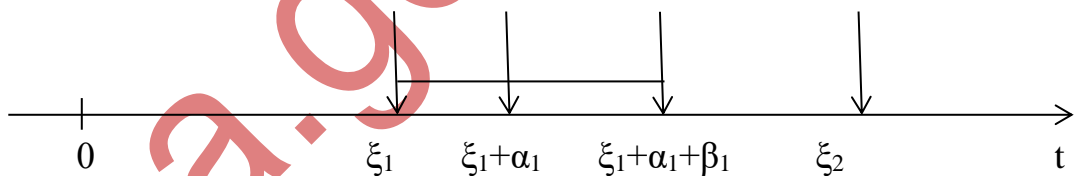


Рис. 2 Инцидент у заказчика. Событие В2

$$P(B/H_1) = P(B1) + P(B2) \quad (4)$$

или

$$P(B/H_1) = P(\xi_2 + \alpha_2 + \beta_2 < \xi_1) + P(\xi_1 + \alpha_1 + \beta_1 < \xi_2). \quad (5)$$

Определим вероятность  $P(B/H_2)$ . Наступление события  $B$  при наступлении гипотезы  $H_2$  равносильно осуществлению хотя бы одного из двух несовместимых событий:

события  $B_1$ , состоящего в том, что инцидент у первого заказчика возник раньше чем у второго и он закрыт до начала инцидента у второго заказчика (рис. 3), т.е. имеет место неравенство:

$$\xi_1 + \alpha_1 + \beta_1 < \xi_2, \quad (6)$$

где  $\xi_2$  – случайное время возникновения инцидента у второго заказчика;

$\alpha_1$  – случайное время реакции малого предприятия ИТ-сферы на возникший инцидент у первого заказчика;

$\beta_1$  – случайное время закрытия инцидента у первого заказчика;

$\xi_1$  – случайное время возникновения инцидента у первого заказчика;

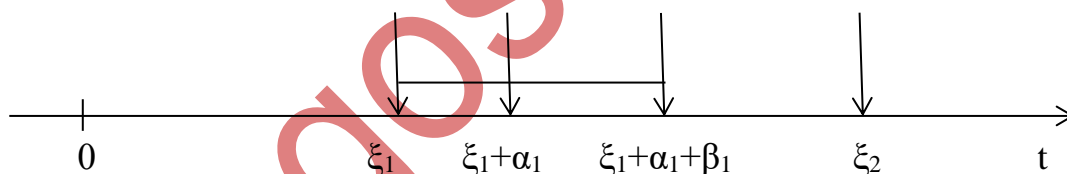


Рис. 3 Событие  $B_1$ , состоящее в том, что инцидент у первого заказчика возник раньше чем у второго и он закрыт до начала инцидента у второго заказчика

события  $B_2$ , состоящего в том, что инцидент у первого заказчика возник позже чем будет закрыт инцидент у второго заказчика (рис. 4), т.е. имеет место неравенство:

$$\xi_2 + \alpha_2 + \beta_2 < \xi_1. \quad (7)$$

События  $B_1$  и  $B_2$  являются несовместными событиями, тогда вероятность наступления хотя бы одного из них определится соотношением:

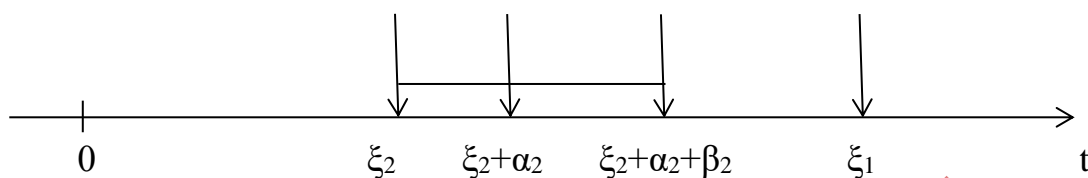


Рис. 4 Событие  $B_2$ , состоящее в том, что инцидент у первого заказчика возник позже чем будет закрыт инцидент у второго заказчика

$$P(B/H_2) = P(B_1) + P(B_2) \quad (8)$$

или

$$P(B/H_2) = P(\xi_2 + \alpha_2 + \beta_2 < \xi_1) + P(\xi_1 + \alpha_1 + \beta_1 < \xi_2). \quad (9)$$

Тогда по формуле полной вероятности (1) находим, что вероятность события  $B$  определится соотношением:

$$P(B) = P(\xi_2 + \alpha_2 + \beta_2 < \xi_1) + P(\xi_1 + \alpha_1 + \beta_1 < \xi_2). \quad (10)$$

Событие  $C$  равносильно наступлению одного из  $n$  событий:

события  $C_i$ , состоящего в том, что возник  $i$ -ый инцидент и он будет закрыт в течение времени  $\tau_i$ , определенного в SLA-соглашении.

Пусть  $P(\xi_i)$  есть априорная вероятность, что данный инцидент есть инцидент  $i$ -го уровня, тогда по формуле полной вероятности можно определить вероятность события  $C$ , как вероятность того, что время закрытия

данного инцидента малым предприятием ИТ-сферы меньше заданного в SLA-соглашении в соответствии с соотношением:

$$P(C) = P(\alpha + \beta < \tau) = \sum_{i=1}^n P(\alpha_i + \beta_i < \tau_i) P(\xi_i) \quad (11)$$

Рассматривая события В и С как независимые события, определим вероятность события А, состоящего в том, что малое предприятие ИТ-сферы способно оперативно реагировать на возникший в момент времени  $\xi$  инцидент и способно закрыть его в установленные SLA-соглашением сроки, как вероятность одновременного наступления событий В и С:

$$P(A) = P(B \times C) = P(B) \times P(C) \quad (12)$$

или

$$P(A) = [P(\xi_2 + \alpha_2 + \beta_2 < \xi_1) + P(\xi_1 + \alpha_1 + \beta_1 < \xi_2)] \times \sum_{i=1}^n P(\alpha_i + \beta_i < \tau_i) P(\xi_i). \quad (13)$$

Данную вероятность  $P(A)$  целесообразно рассматривать как показатель качества выполнения работ малым предприятием ИТ-сферы в интересах заказчика в рамках SLA-соглашения:

$$Q(X) = P(A). \quad (14)$$

Пусть случайные величины  $\xi_i$ ,  $\alpha_i$  и  $\beta_i$  независимы и нормально распределены с плотностями:



$$f_{\xi_i}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\xi_i}} \exp\left(-\frac{(x - m_{\xi_i})^2}{2\sigma_{\xi_i}^2}\right);$$

$$f_{\alpha_i}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\alpha_i}} \exp\left(-\frac{(x - m_{\alpha_i})^2}{2\sigma_{\alpha_i}^2}\right);$$

$$f_{\beta_i}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\beta_i}} \exp\left(-\frac{(x - m_{\beta_i})^2}{2\sigma_{\beta_i}^2}\right);$$

то сумма случайных величин

$$\gamma_i = \xi_i + \alpha_i + \beta_i$$

будет распределена тоже нормально с плотностью [ 4 ]

$$f_{\gamma_i}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\gamma_i}} \exp\left(-\frac{(x - m_{\gamma_i})^2}{2\sigma_{\gamma_i}^2}\right),$$

где

$$m_{\gamma_i} = m_{\xi_i} + m_{\alpha_i} + m_{\beta_i},$$

$$\sigma_{\gamma_i}^2 = \sigma_{\xi_i}^2 + \sigma_{\alpha_i}^2 + \sigma_{\beta_i}^2.$$

Здесь  $m_{\gamma_i}$ ,  $m_{\xi_i}$ ,  $m_{\alpha_i}$ ,  $m_{\beta_i}$  – математические ожидания соответствующих случайных величин;

$\sigma_{\gamma_i}^2$ ,  $\sigma_{\xi_i}^2$ ,  $\sigma_{\alpha_i}^2$ ,  $\sigma_{\beta_i}^2$  – дисперсии соответствующих случайных величин.

Аналогично сумма случайных величин

$$\varepsilon_i = \alpha_i + \beta_i$$

будет распределена тоже нормально с плотностью [ 4 ]

$$f_{\varepsilon i}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\varepsilon i}} \exp\left(-\frac{(x - m_{\varepsilon i})^2}{2\sigma_{\varepsilon i}^2}\right),$$

где

$$m_{\varepsilon i} = m_{\alpha i} + m_{\beta i},$$

$$\sigma_{\varepsilon i}^2 = \sigma_{\alpha i}^2 + \sigma_{\beta i}^2.$$

Здесь  $m_{\varepsilon i}$ ,  $m_{\alpha i}$ ,  $m_{\beta i}$  – математические ожидания соответствующих случайных величин;

$\sigma_{\varepsilon i}^2$ ,  $\sigma_{\alpha i}^2$ ,  $\sigma_{\beta i}^2$  – дисперсии соответствующих случайных величин.

Воспользуемся следующим результатом [5]: вероятность того, что нормально распределенная случайная величина  $x$  меньше нормально распределенной случайной величины  $y$  определяется соотношением:

$$P(x < y) = 0,5 + \Phi\left(\frac{\mu - m}{\sqrt{\sigma^2 + d^2}}\right),$$

где  $\mu$  – математическое ожидание случайной величины  $y$ ,

$\sigma^2$  – дисперсия случайной величины  $y$ ,

$m$  – математическое ожидание случайной величины  $x$ ,

$d^2$  – дисперсия случайной величины  $x$ ,

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{y^2}{2}} dy$$

табулируемая функция Лапласа [ 5 ].

После выполнения необходимых преобразований получаем следующее соотношение для определения показателя качества функционирования малого предприятия ИТ-сферы:

$$P(A) = \left[ 1 + \Phi \left( \frac{m_{\xi_1} - m_{\gamma_2}}{\sqrt{\sigma_{\xi_1}^2 + \sigma_{\gamma_2}^2}} \right) + \Phi \left( \frac{m_{\xi_2} - m_{\gamma_1}}{\sqrt{\sigma_{\xi_2}^2 + \sigma_{\gamma_1}^2}} \right) \right] \times$$

$$\times \sum_{i=1}^n \left[ \left( 0,5 + \Phi \left( \frac{\tau_1 - m_{\epsilon_i}}{\sigma_{\epsilon_i}} \right) \right) P(\xi_i) \right]$$

Таким образом, в настоящей статье предложен подход к определению показателя качества функционирования малого предприятия ИТ-сферы, работающего по SLA-соглашениям с заказчиками.

### Список использованных источников и литературы

1. Ершова Т.Б. Информационное взаимодействие как инструмент обеспечения процессов функционирования территориально-распределенных предприятий. - М.: Московский печатник, 2009.
2. Семченко А.А. Управление качеством деятельности организации на основе кластерного подхода. Дис. докт. эконом. наук. – СПб.: СПбГЭУ, 2017.
3. Мешков В.В. Комплексная оценка качества функционирования строительных организаций. Дис. канд. эконом. наук. – М.: Стандартинформ, 2015.
4. Бочаров П.П., Печинкин А.В. Теория вероятностей. Математическая статистика. - 2-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.

5. Острейковский В.А. Многофакторные испытания на надежность.  
– М.: Энергия, 1978.

© Ломакин М.И.  
© Сухов А.В.  
© Овчинников А.С.

iea.gostinfo.ru